



**Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências Agrárias  
Departamento de Aquicultura**

**Distribuição Espaço-Temporal do Ictioplâncton  
no Rio do Peixe, sobre Influência de  
Pequenas Centrais Hidrelétricas  
(Alto Rio Uruguai, Brasil)**

Gabriela Maria Maimone de Figueiredo

**Florianópolis/SC  
2009**



**Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências Agrárias  
Departamento de Aqüicultura**

**Distribuição Espaço-Temporal do Ictioplâncton  
no Rio do Peixe, sobre Influência de  
Pequenas Centrais Hidrelétricas  
(Alto Rio Uruguai, Brasil)**

**Relatório de Estágio Supervisionado II  
Curso de Engenharia de Aqüicultura**

**Graduanda: Gabriela Maria Maimone de Figueiredo  
Orientador: Dr. Evoy Zaniboni Filho  
Supervisor: Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez**

**Florianópolis/SC  
2009-1**

FIGUEIREDO, GABRIELA MARIA MAIMONE

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO - TEMPORAL DO ICTIOPLÂNCTON NO  
RIO DO PEIXE, SOBRE INFLUÊNCIA DE PEQUENAS CENTRAIS  
HIDRELÉTRICAS (ALTO RIO URUGUAI, BRASIL)

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO II

CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

FLORIANÓPOLIS: UFSC, 2009. 27p.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família: meu marido Luiz Antonio e minhas filhas Jacy e Clara por existirem em minha vida e pela compreensão e carinho nos momentos difíceis.

Agradeço aos meus pais Ângelo Figueiredo e Nilza M. Figueiredo pelo exemplo de vida, pela minha educação, pelo apoio recebido em todo o curso e pelas maravilhosas visitas em momentos de saudades. Obrigada aos meus irmãos (Samuel, Josiel e Raphael) e minha irmã (Daniela) pelos ensinamentos e pelo carinho.

Muito obrigada as minhas amigas de trabalho Michele Nunes, Valquíria Garcia e Carolina Lopes, pela ajuda e atenção dada, pelas trocas de idéias e pelos momentos agradáveis e descontraídos no laboratório.

Obrigada ao Prof. Dr. Evoy Zaniboni-Filho pela orientação, estímulo e confiança.

Ao David Augusto Reynalte Tataje, por todo conhecimento oferecido durante o período de estágio e pela amizade construída nesses anos.

Ao Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD) pela estrutura física fornecida.

À FAPEU – Fundação de Amparo a Pesquisa e Extensão Universitária pela bolsa de estudos fornecida durante o período de estágio.

Aos amigos de LAPAD Patrícia, Márcia, Kátia, Roberta, Luciano, Flávia, Josiane, Renata, Cláudia, Rodrigo, John, Lauro, Maurício, Pedro, Flávio e todos os “lapadianos” pela troca de experiências e pela boa convivência durante esses anos.

Aos professores do curso por todo ensinamento e estímulo durante o período da faculdade.

E a todos que indiretamente contribuíram para a minha formação acadêmica.

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
2.1. Área de Estudo .....	12
2.2. Coleta de Ictioplâncton.....	13
2.3 Análises Estatísticas.....	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
4. CONCLUSÃO.....	23
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24
6. ANÁLISE CRÍTICA .....	27

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Mapa de localização da Bacia do Rio do Peixe, SC, Brasil .....	13
FIGURA 2: Densidade média de ovos no Rio do Peixe no período de setembro/08 a março/09 .....	16
FIGURA 3: Densidade média de ovos no Rio do Peixe nos diferentes pontos amostrais, no período de setembro/08 a março/09 .....	17
FIGURA 4: Densidade Média de larvas no Rio do Peixe no período de setembro/08 a março/09 .....	18
FIGURA 5: Densidade média de larvas no Rio do Peixe nos diferentes pontos amostrais, no período de setembro/08 a março/09 .....	19
FIGURA 6: Análise de correlação entre os pontos amostrais e as principais espécies amostradas no Rio do Peixe durante o período de setembro/08 a março/09 .....	20
FIGURA 7: Análise de Componentes Principais dos fatores abióticos nos diferentes pontos amostrais do Rio do Peixe no período de setembro/08 a março/09 .....	21

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1. Composição taxonômica, frequência de ocorrência (FO %) e densidade média (indivíduos/10m<sup>3</sup>) das larvas de peixes coletadas no período de setembro/08 a março/09 no Rio do Peixe ..... 15

TABELA 2: Correlação de Pearson entre as variáveis ambientais e os táxons mais abundantes entre os meses de setembro/08 a março/09..... 22

## RESUMO

Esse estudo visa avaliar a distribuição e ocorrência do ictioplâncton no Rio do Peixe sobre influência de duas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) distribuídas em "cascata" ao longo do rio. Foram estabelecidos cinco pontos de coletas: P1 e P2 situados a jusante de PCH's; P3, P4 e P5 definidos como pontos controle a jusante dessas PCH's. As coletas foram realizadas por moradores das regiões próximas aos pontos amostrais a cada cinco dias entre os meses de set/08 a março/09. Para a coleta do ictioplâncton foram utilizadas redes tipo cilindro-cônica, com malha 500 µm, com um fluxômetro para estimar o volume de água filtrado. Foram feitos arrastos superficiais de 30 min., entre 21:00 e 22:00hs. As amostras foram conservadas em formalina 4 %, triadas em laboratório, quantificadas e identificadas. Foram registradas as características ambientais da água. As análises estatísticas usadas foram ANOVA - Análise de Variância Unifatorial, PCA – Análise de Componentes Principais, DCA – Correção do Arco da Análise de Correspondência, Teste de Tukey e Correlação de Pearson. Foram coletadas 210 amostras, com um total de 1.442 ovos e 433 larvas, que corresponderam à 4 ordens, 12 famílias, 17 gêneros e 14 espécies, sendo os Characiformes os mais abundantes com 78,5% do total de larvas capturadas. Os meses de novembro e janeiro apresentaram uma maior presença de ovos, porém não houve diferença significativa na densidade média entre os sete meses de estudo (Tukey;  $P > 0,05$ ). A maior abundância de larvas foi observada no mês de dezembro (Tukey;  $P < 0,05$ ). Houve uma maior abundância de ovos nos pontos situados mais à jusante do rio (P3 e P5 – Tukey;  $P < 0,05$ ). Os pontos P2 e P3 apresentaram as maiores abundâncias de larvas (Tukey;  $P < 0,05$ ). Nos pontos amostrais P1 e P2, sob influência direta das PCH's, houve uma maior abundância de lambaris, os pontos a jusante, P3 e P5, apresentaram uma predominância de táxons da ordem Siluriformes. Foi observada uma correlação negativa entre a precipitação pluviométrica e abundância dos ovos, entre o aumento do nível da água e a abundância das larvas de *Bryconamericus* spp., e uma relação positiva entre a velocidade da água e a presença de larvas de *Astyanax* gr. *scabripinnis*. No geral, a distribuição do ictioplâncton no Rio do Peixe foi maior nos pontos amostrais situados mais a jusante do rio, isso pode ser resultado dos acidentes geográficos na região, ou ainda pela interferência dos barramentos das PCH's situadas mais a montante do rio do Peixe.

Palavras chave: ictioplâncton, abundância de ovos e larvas, pequenas centrais hidrelétricas.



# 1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento hidrelétrico pode modificar a integridade ecológica de ecossistemas tropicais de água doce, pois as barragens transformam previsivelmente rios contínuos em sistemas fragmentados (WARD & STANFORD, 1995).

Os fatores operacionais dessas usinas desencadeiam várias alterações ambientais, desde a qualidade da água até a questão do manejo do reservatório, deparando-se com a lei de usos múltiplos da água, pois a legislação reconhece a água como de bem público, limitado e dotado de valor econômico. A intensidade e a natureza desses impactos ocasionados pelos represamentos hidrológicos dependem das características da fauna local, dos padrões de migração e das estratégias reprodutivas de cada espécie (AGOSTINHO et al., 2007).

A utilização da alternativa hidrelétrica é uma tecnologia altamente dominada pelo Brasil, além de ser uma energia renovável e de fonte abundante. Conforme o Ministério das Minas e Energia, as usinas de pequeno porte representam um tipo de expansão hidráulica amplamente utilizada. Sendo os principais atrativos para o setor, o baixo custo de investimento e o menor impacto ambiental, quando analisada isoladamente (ANEEL, 2009).

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) caracterizam-se por apresentarem uma potência instalada de 1.000 kW a 30.000 kW (ou 1 MW e 30 MW), e uma área de reservatório menor que 3 km<sup>2</sup>. Sua atratividade fundamenta-se em causar menor impacto ambiental, menor valor de investimento e um tratamento diferenciado por parte da regulamentação vigente (MME, 2009).

As PCH's são vistas como empreendimentos mais apropriados no suprimento da demanda energética de pequenos centros urbanos e áreas rurais mais afastadas. Atualmente existem 253 PCH's em operação no país, somando um total de 1.277 MW ao Sistema Interligado Nacional (ANA, 2009).

No estado de Wisconsin (EUA) o desenvolvimento do setor energético, com pequenas barragens, se deu no final do século 19, inicialmente para sustentar pequenas indústrias têxteis e serraria e depois para a geração de energia (SMITH, 1908). Atualmente nos Estados Unidos há um debate sobre as conseqüências da remoção dessas barragens desativadas, pois muitas delas se tornaram obsoletas, sem mais função e com as estruturas comprometidas. Cerca de 130 barragens dos Estados Unidos foram removidas desde 1999 (CATALANO & BOZEK, 2007). Por outro lado, na Nicarágua,

foi proposta uma legislação que provém de incentivos para companhias privadas, podendo resultar em construções de PCH's pelo país (JOICHEM, 2005). Já na Costa Rica, a participação do setor privado na produção de energia tem estado diretamente ligada ao crescimento do desenvolvimento hidrelétrico, e favoreceu a construção de pequenas barragens (ANDERSON & PRINGLE, 2006). Na China a taxa de crescimento de implantação de pequenas centrais hidrelétricas é cerca de 7-13% por ano durante os últimos vinte anos (ISLAM et al., 2008).

Em Santa Catarina, segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), existem 31 empreendimentos em operação, 10 em construção e 11 outorgados, mas a CELESC contabiliza outros 148 projetos que buscam conexão na empresa.

Na região do Alto rio Uruguai tem sido realizado diversos estudos avaliando a influência das grandes usinas hidrelétricas nos locais de desova de peixes (HERMES-SILVA, 2003; REYNALTE-TATAJE et al., 2003; ZANIBONI-FILHO & SCHULZ, 2003), porém há uma carência de informações sobre as possíveis alterações que os empreendimentos de pequeno porte possam causar no sucesso reprodutivo dos peixes.

A época de reprodução geralmente é um período crítico quando os fatores ambientais têm maiores probabilidades de atuarem como fatores limitantes. Os limites de tolerância de ovos, larvas e indivíduos em estado de reprodução, geralmente são mais estreitos do que para peixes adultos fora do período reprodutivo (ODUM, 1988).

Os fatores limitantes para a reprodução das espécies, do Alto rio Uruguai, são a vazão, a temperatura da água (HERMES-SILVA, 2003) e o fotoperíodo (REYNALTE-TATAJE et al., 2003). A distribuição, ocorrência e qualidade do ictioplâncton determinam a época e a intensidade do “Período Reprodutivo” da comunidade íctica nos ambientes aquáticos. É necessário determinar o período reprodutivo e os locais de desova para compreender a dinâmica reprodutiva das populações, possibilitando proteger essas áreas e mitigar os impactos sobre esses ecossistemas (NAKATANI, et al., 2001).

A complexa relação entre o comportamento da ictiofauna, sob efeito das variáveis ambientais, apresenta respostas diferentes a cada estímulo e variáveis de acordo com a composição da comunidade de peixes, dificultando a determinação de padrões de reposta dentro dos ecossistemas, e levando em consideração as modificações antrópicas no meio, esses padrões se tornam pouco previsíveis (NORTHCOTE, 1998).

As barragens alteram um ambiente de rio, transformando um habitat lótico em lêntico (MARTINEZ et al. 1994) e criando barreiras físicas (WINSTON et al. 1991;

REYES-GAVILAN et al. 1996; WATTERS 1996). Conseqüentemente, as barragens mudam a composição, estrutura e função de comunidades bióticas (BAIN et al. 1988; MARTINEZ et al. 1994; TAYLOR et al. 2001; SANTUCCI et al. 2005), limita a distribuição de espécies (WINSTON et al. 1991; REYES-GAVILAN et al. 1996; WATTERS 1996), e bloqueia a migração de peixes (BULOW et al. 1988; PORTO et al. 1999).

Uma PCH isolada causa menos danos ao meio ambiente do que grandes barragens, porém as construções em “cascatas”, ou seja, uma série de PCH’s ao longo de um mesmo rio, podem ser mais danosos que os efeitos da instalação de uma grande central hidrelétrica.

Para isso, é necessário um melhor estudo e entendimento das interferências que mais de uma PCH no mesmo corpo d’água causam sobre a fauna local, devido as intervenções que barragens causam nas rotas migratórias de espécies reofílicas (ZANIBONI-FILHO et al., 2008) e na redução de locais de desova e criadouros naturais (AGOSTINHO et al., 2007).

Sendo assim, esse estudo visa avaliar a distribuição e ocorrência do ictioplâncton (ovos e larvas de peixes) no Rio do Peixe sobre influência de duas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH’s) distribuídas em “cascata” ao longo do rio.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Área de Estudo**

Localizada no sul do Brasil, a região hidrográfica do Uruguai tem grande importância para o país em função das atividades agro-industriais desenvolvidas e pelo seu potencial hidrelétrico. O rio Uruguai possui 2.262 km de extensão e se origina da confluência dos rios Pelotas e Canoas. Nasce na Serra Geral aproximadamente a uma altitude de 1.800 m, divide os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. É um rio de canal encaixado e ausência de lagoas marginais. A Bacia Hidrográfica do Uruguai possui, em território brasileiro, 176.000 km<sup>2</sup> de área, o equivalente a 2,2% do território nacional, com uma vazão média estimada de 4.150 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2009).

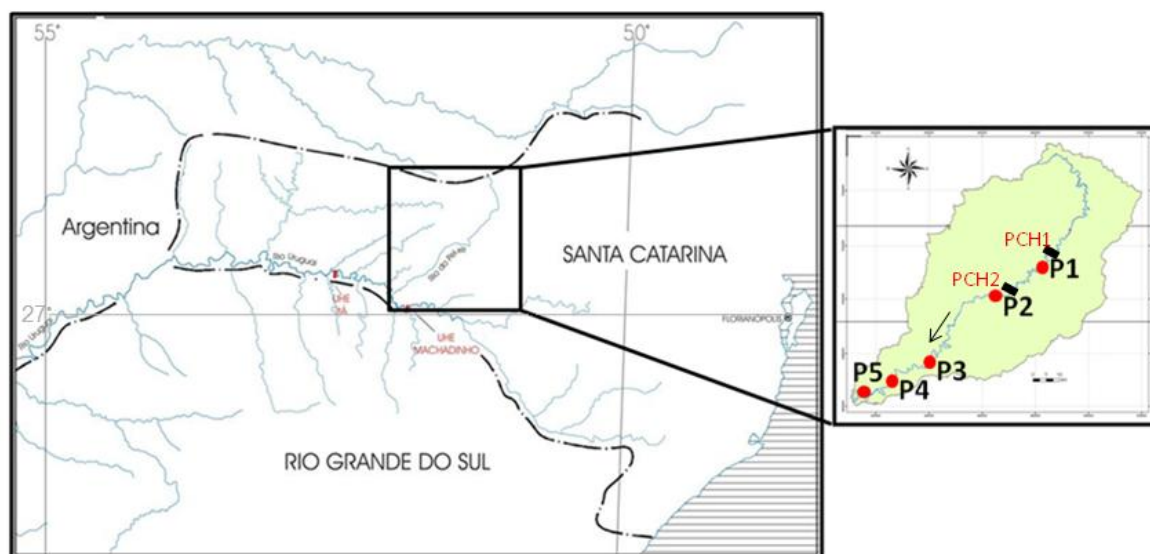
A bacia rio do Peixe (código 72, ANA, 2005) destaca-se como manancial de abastecimento público e industrial no meio-oeste do estado de Santa Catarina, sendo importante tributário da margem direita do rio Uruguai.

O Rio do Peixe desemboca em uma área de transição lótico-lêntico do reservatório da UHE Itá. É um rio que apresenta grande declividade caracterizando seu percurso com quedas naturais e obstáculos para os peixes da região, alguns intransponíveis, como o Salto Tedesco, localizado a 208 km da foz e a montante dos pontos amostrais do presente estudo.

Foram estabelecidos cinco pontos de coletas: P1 e P2 situados em PCH's, nos municípios de Caçador e Videira respectivamente; P3, P4 e P5 foram definidos como os pontos controle situados a jusante dessas PCH's, localizados nos municípios de Ipira (P3) e Piratuba (P4 e P5) (Figura 1).

O ponto P1 se localiza a jusante de uma PCH atualmente desativada, mas ainda em estudo para nova ativação (PCH1). Apesar de estar inativa, com a barragem rompida, o rio continua sofrendo alteração no seu percurso. O ponto P2 está a jusante de uma PCH em plena produção (PCH2), com uma barragem de aproximadamente 4 m de altura. Esses dois pontos amostrais estão situados numa área rural e apresentam corredeiras, contendo uma mata ciliar pouco alterada, sendo que o P2 sofre regulação da sua vazão causada pela demanda energética da PCH.

Os pontos P3, P4 e P5 estão mais próximos a centros urbanos, apresentando uma vegetação menos preservada.



**Figura 1:** Mapa de localização da Bacia do Rio do Peixe – SC – Brasil;  
Em destaque, a localização dos cinco pontos amostrais.

Os cinco pontos apresentam corredeiras, o que permitiu a coleta passiva do ictioplâncton.

## 2.2. Coleta de Ictioplâncton

As coletas foram realizadas por moradores das regiões próximas aos pontos amostrais. Eles receberam treinamento e todo o material necessário para a amostragem.

Para a coleta do ictioplâncton foram utilizadas redes do tipo cilindro-cônica, de malha 500  $\mu$ m, com fluxômetro posicionado na entrada da rede para estimar o volume de água filtrado. Foram realizados arrastos superficiais de 30 minutos durante o período noturno, entre 21:00 e 22:00hs, horário onde a maior quantidade e diversidade de ovos e larvas são capturados na região (HERMES-SILVA, 2003). As amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno etiquetados e conservadas em solução formalina 4 %.

As coletas foram realizadas a cada cinco dias entre os meses de setembro/2008 a março/2009, com uma periodicidade de seis coletas por mês.

Os coletores registraram nas fichas de campo características ambientais, tais como, turbidez, precipitação e nível da água. Os dados das PCH's como a área superficial alagada, a profundidade média, o tempo de residência da água e o ano de

fechamento não encontram-se disponíveis, fato que ocorre com a maioria dos pequenos represamentos.

As amostras foram triadas em laboratório com o uso de microscópio-estereoscópico sobre placa acrílica de Bogorov. Os ovos e as larvas foram quantificados, e as larvas identificadas ao menor grupo taxonômico possível. A abundância de ovos e larvas foi padronizada para um volume de 10m<sup>3</sup> de água filtrada (NAKATANI et. al., 2001).

### 2.3. Análise Estatística

As análises estatísticas foram feitas da seguinte maneira:

**ANOVA – Análise de Variância** ( $\alpha= 5\%$ ) - Foi usada uma análise unifatorial que permite avaliar a variação espaço e temporal, da abundância de ovos e larvas, isoladamente.

**PCA – Análise de Componentes Principais** (*Principal Components Analysis*) – Foi utilizado para determinar o gradiente das variáveis ambientais na área em estudo. Foi usado o critério Broken-Stick para interpretação.

**DCA – Correção do Arco da Análise de Correspondência** – para avaliar a estrutura das assembléias de larvas através da abundância relativa das espécies consideradas, para uma frequência de ocorrência maior que 4%. Os dados de abundância foram transformados para raiz quarta.

**Teste de Tukey** – Para comparação das médias.

**Correlação de Pearson** – para avaliar a relação entre as variáveis ambientais e os táxons mais abundantes.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período em estudo foram coletadas, 210 amostras, que apresentaram um total de 1.442 ovos e 433 larvas. As amostras identificadas corresponderam à 4 ordens, 12 famílias, 17 gêneros e 14 espécies (Tabela 1).

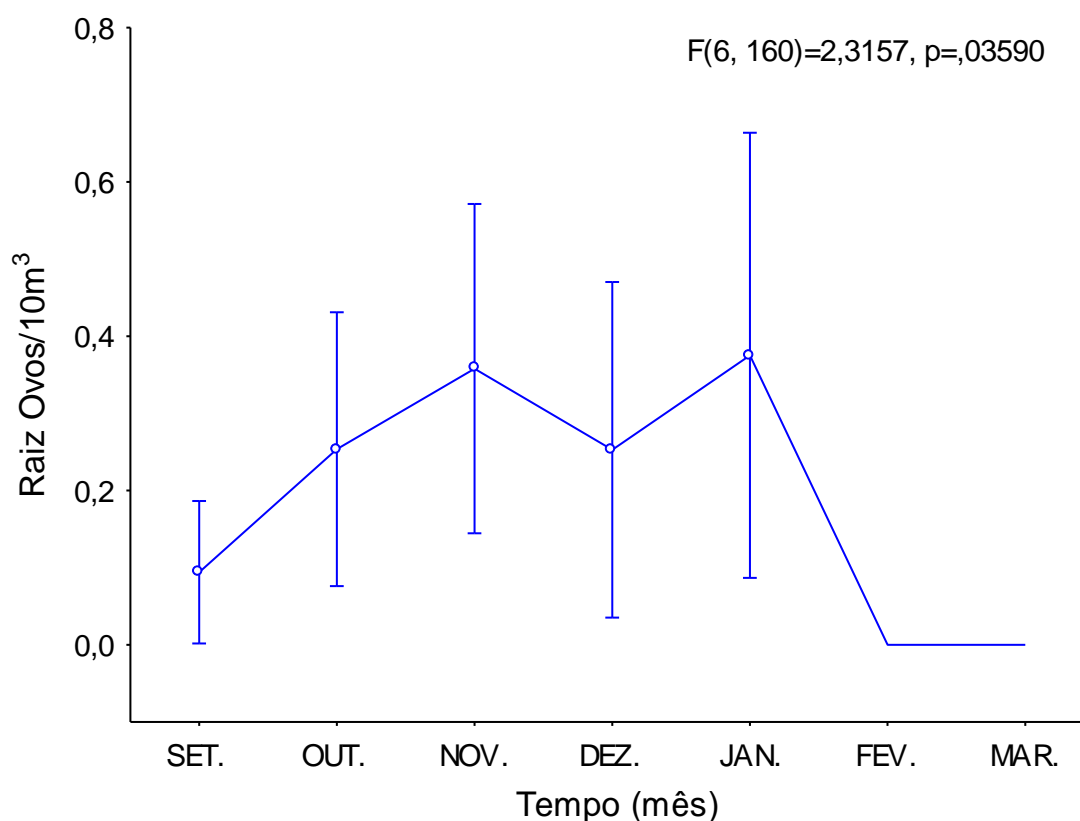
**Tabela 1.** Composição taxonômica, frequência de ocorrência (FO %) e densidade média (indivíduos/10m<sup>3</sup>) das larvas de peixes coletadas no período de set/ 08 a março/ 09 no Rio do Peixe.

Grupos Taxonômicos	FO (%)	Pontos de Amostras				
		P1	P2	P3	P4	P5
<b>Atheriniformes</b>						
<i>Odontesthes aff. perugiae</i>	0,48					0,07
<b>Characiformes</b>	3,81		0,33	1,19		0,07
Anostomidae						
<i>Leporinus spp.</i>	0,48					0,07
<i>Schizodon nasutus</i>	4,29			0,45		0,63
Characidae						
<i>Astyanax bimaculatus</i>	1,90			1,04		
<i>Astyanax fasciatus</i>	5,71	0,28	1,98	0,37		0,07
<i>Astyanax gr. scabripinnis</i>	4,76		0,74	1,49		0,07
<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	1,43		0,91			
<i>Bryconamericus spp.</i>	4,29		1,57	0,07		0,21
<i>Oligosarcus cf. jenynsii</i>	0,48			0,11		
Curimatidae						
<i>Steindachnerina spp.</i>	0,95			0,19		0,07
Erythrinidae						
<i>Hoplias spp.</i>	2,38			0,26		0,07
Parodontidae						
<i>Apareiodon affinis</i>	1,90			5,11		
<b>Gymnotiformes</b>						
Sternopygidae						
<i>Eigenmannia virescens</i>	0,95			0,04		0,07
<b>Siluriformes</b>	0,95	0,28				0,07
Auchenipteridae						
<i>Auchenipterus sp.</i>	1,43			0,11		0,07
Callichthyidae						
<i>Corydora sp.</i>	0,48	0,28				
Heptapteridae	0,95		0,08	0,04		
<i>Cetopsorhamdia idella</i>	0,48				0,25	
<i>Rhamdia quelen</i>	6,19		1,73	0,56		
Pimelodidae	1,43		0,17	0,04		
<i>Pimelodella sp.</i>	0,48		0,58			
Loricariidae						
<i>Hypostomus spp.</i>	1,43			0,19		
<i>Loricariichthys spp.</i>	0,95		0,08	0,04		
<b>Não Identificadas</b>	0,95					0,35
<b>TOTAL</b>		<b>0,84</b>	<b>8,17</b>	<b>11,30</b>	<b>0,25</b>	<b>1,89</b>

Os Characiformes representaram 78,5% do total de larvas capturadas, os Siluriformes contribuíram com 15,7% do total e Gymnotiformes e Atheriniformes somaram 5,8% das larvas capturadas.

Na bacia do Alto Uruguai as comunidades de larvas de peixes predominantes são os Characiformes e Siluriformes, resultados semelhantes ao encontrados em estudos da distribuição taxonômica na região da bacia do Paraná (RINGUELET, 1975; CAROLSFELD et al. 2004). Esse predomínio ocorre em todas as bacias sul-americanas e apesar disso, a composição e o número de espécies variam consideravelmente entre as bacias (AGOSTINHO et al., 2007).

A figura 2 mostra a variação dos ovos durante os meses em estudo, com picos de desovas em novembro e janeiro.



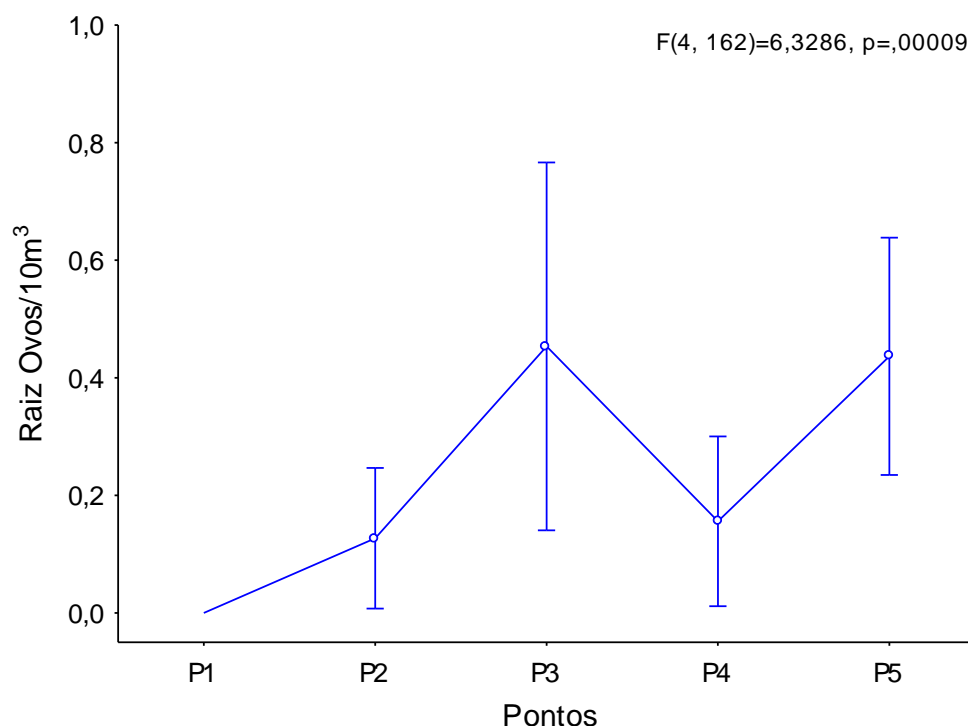
**Figura 2:** Densidade média de ovos no Rio do Peixe no período de set/08 a março/09 ( $\sqrt[4]{\text{de ovos/ } 10\text{m}^3}$ ).

Os meses de setembro e outubro apresentaram valores crescentes de ovos, quando começaram chuvas mais freqüentes e de maior intensidade na região, havendo uma maior presença de ovos nos meses de novembro e janeiro, embora não tenha havido



diferença significativa na densidade média de ovos durante os sete meses de estudo (Tukey;  $P > 0,05$ ).

A figura 3 mostra as diferenças na distribuição e abundância de ovos nos pontos amostrais.



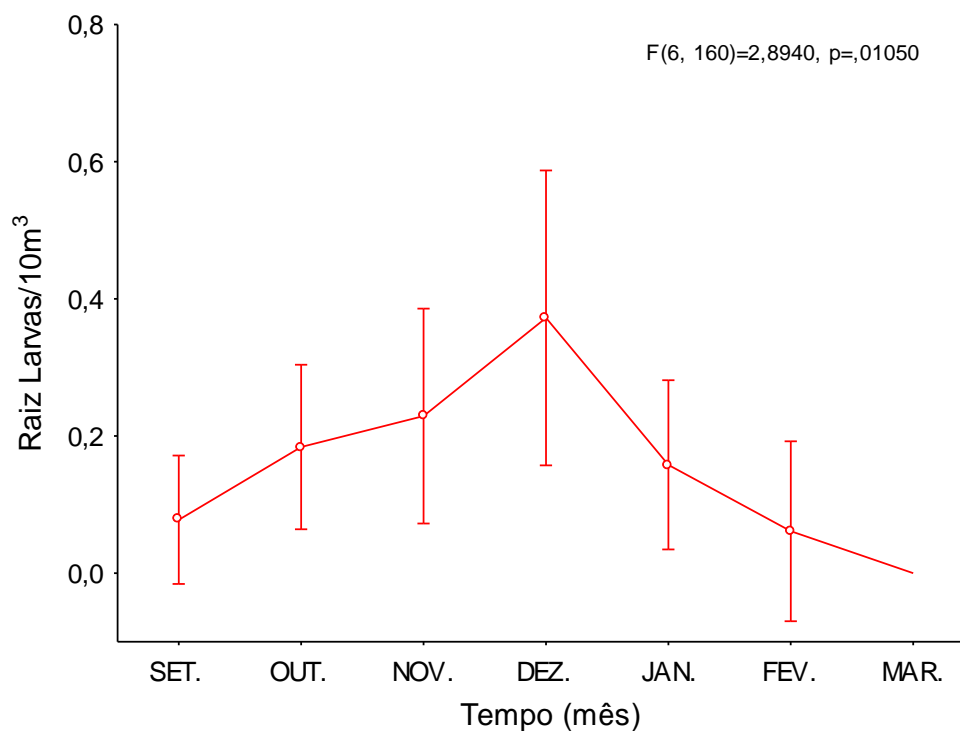
**Figura 3:** Densidade média de ovos no Rio do Peixe nos diferentes pontos amostrais no período de set/2008 a março/2009 ( $\sqrt[4]{\text{de ovos/ } 10\text{m}^3}$ ).

O gráfico apresenta a variação espacial da abundância de ovos nos cinco pontos de coletas, mostrando uma maior abundância nos pontos situados mais à jusante do rio.

De modo geral os habitats de reprodução estão localizados nas porções superiores de grandes rios e afluentes. Isso se deve pela elevada ocorrência de indivíduos no estágio de maturação e pela distribuição e abundância de ovos, que aumenta em direção a parte superior de tributários (VAZZOLER et al., 1997). Contudo, um padrão inverso ocorre na região do alto Uruguai, que não possui extensões alagáveis, mostrando evidências de que as imediações da foz dos grandes tributários sejam habitats mais propícios para a reprodução, desempenhando papel importante no desenvolvimento inicial de larvas (REYNALTE-TATAJE et al., 2008), e apresentando uma maior abundância na densidade dos ovos. Característica observada também para o Rio do

Peixe, onde essa maior abundância foi encontrada nos pontos situados mais a jusante, demonstrado através da ANOVA unifatorial (pontos P3 e P5 – Tukey;  $P < 0,05$ ).

A figura 4 mostra a densidade média da abundância das larvas durante os meses em estudo.

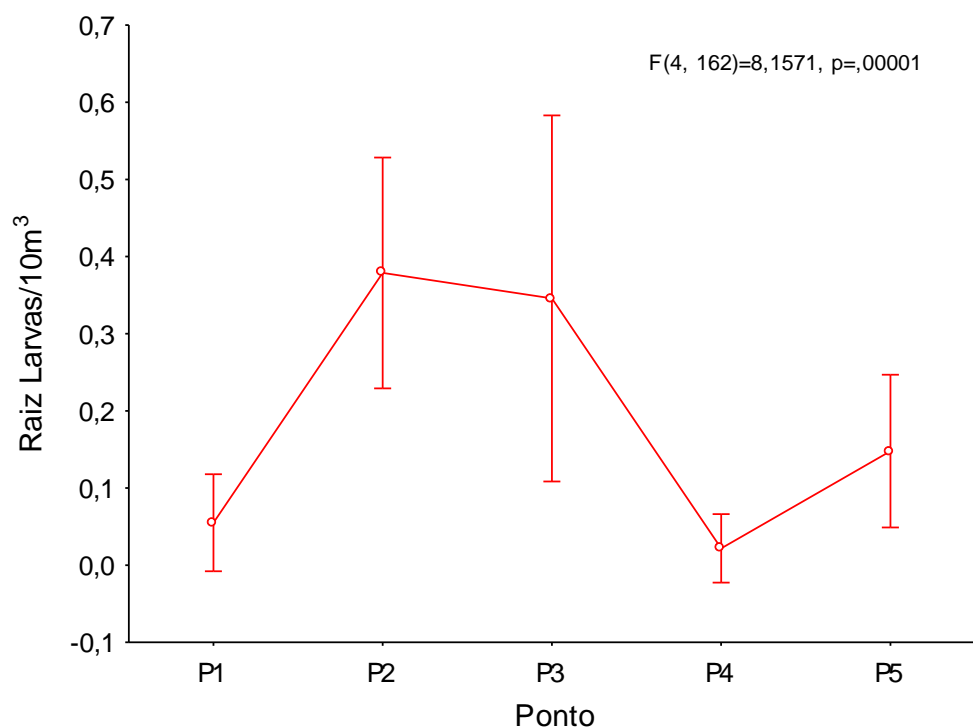


**Figura 4:** Densidade Média de larvas no Rio do Peixe no período de set/08 a março/09 ( $\sqrt[4]{\text{de larvas/ } 10\text{m}^3}$ ).

A maior abundância de larvas observada no mês de dezembro (Tukey;  $P < 0,05$ ) está de acordo com o registrado em outros estudos no rio Uruguai (MANTERO & FUENTES, 1997; REYNALTE-TATAJE, 2007), que mostraram que a atividade reprodutiva nessa bacia se concentra entre os meses de outubro a março, com picos de desova nos meses de novembro a janeiro.

O aumento do fotoperíodo e da temperatura, nesses meses de primavera, parece estar relacionado com o maior número de ovos e larvas nesse período, assim como ocorre com a maioria das espécies tropicais e subtropicais sul-americanas (BAUMGARTNER et al., 1997).

A figura 5 representa a densidade média das larvas nos diferentes pontos amostrais do estudo.



**Figura 5:** Densidade média de larvas nos diferentes pontos amostrais situados no Rio do Peixe no período de set/08 a março/09 ( $\sqrt[4]{\text{de larvas/10m}^3}$ ).

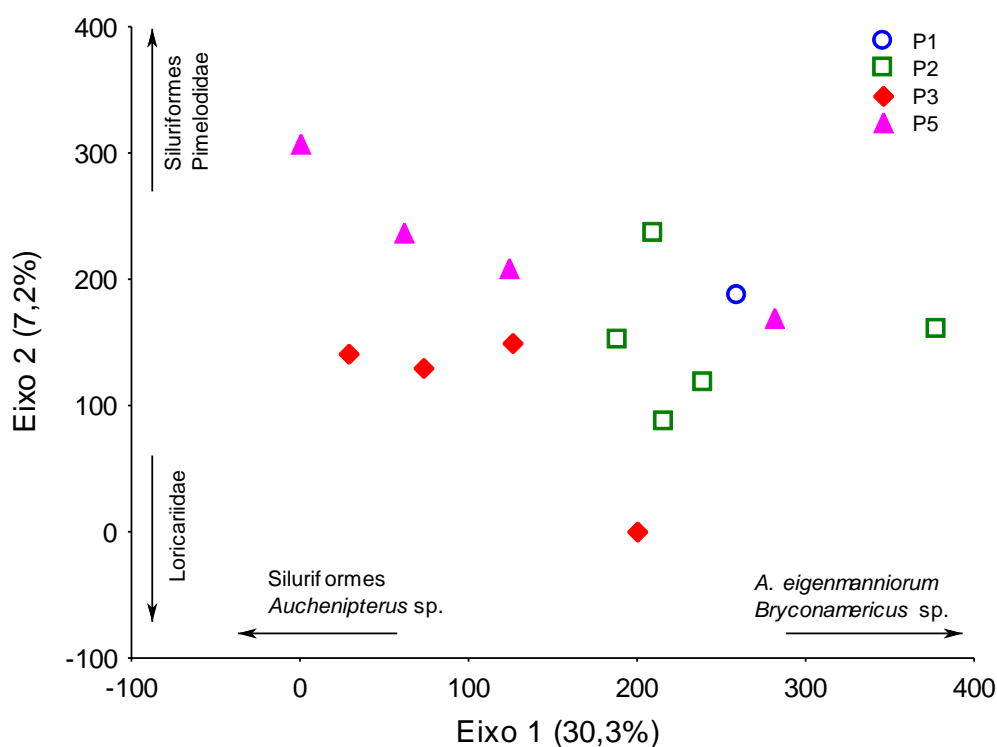
A figura apresenta os pontos P2 e P3 com as maiores abundâncias de larvas, sendo significativamente superiores aos valores observados nos demais pontos amostrais (Tukey;  $P < 0,05$ ).

Apesar dessa maior abundância nos dois pontos, a composição das amostras foi distinta entre eles, onde o P2 apresentou uma maior abundância de lambaris, enquanto que no ponto P3 houve uma maior dominância de espécies da ordem dos siluriformes.

As pequenas centrais hidrelétricas, pelo fato de promoverem pulsos diários e semanais na vazão, tornam os ambientes de jusante mais variáveis, com reflexos negativos sobre as populações de peixes com diferentes estratégias reprodutivas (AGOSTINHO et al., 2007), por isso são necessários mais estudos sobre seus impactos, pois embora de menores aspectos, podem ser expressivos pelo grande número de empreendimentos quando concentrados em uma mesma bacia ou até mesmo em um mesmo rio. Essas PCH's quando construídas em cabeceiras de rio podem causar danos

ainda maiores, pois é comum ter espécies endêmicas nessas áreas e assim podem causar extinções locais (AGOSTINHO et al., 2007).

Na figura 6, numa análise de correspondência, o dois eixos explicam 37,5% da variação total da densidade de larvas nos diferentes pontos amostrais.



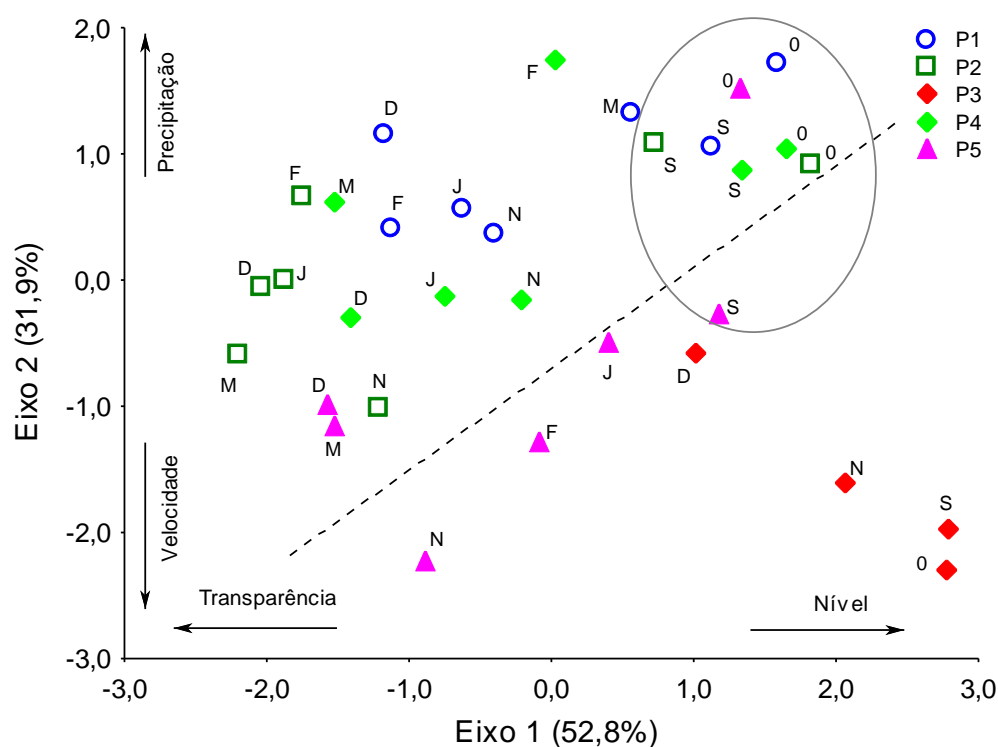
**Figura 6:** Análise DCA de correspondência, com correção do arco, entre os pontos amostrais e as principais espécies amostradas no Rio do Peixe no período de set/08 a março/09.

Nos pontos amostrais situados mais a montante, P1 e P2, aqueles sob influência direta das PCH's, houve uma maior abundância de lambaris, que são espécies de pequeno porte e consideradas generalistas.

O represamento de rios de menor porte, com faunas mais pobres e com adaptações a situações lólicas, pode ser decisivo na extinção e perda de grande parte da biodiversidade local. Neste cenário, as espécies generalistas que demonstram uma maior plasticidade nas estratégias alimentares e reprodutivas, podem apresentar maior facilidade de se ajustar as alterações e variações ambientais (AGOSTINHO et al., 2007).

Segundo resultados da DCA, os pontos a jusante, P3 e P5, apresentaram uma composição taxonômica similar, com predominância de táxons da ordem Siluriformes, alguns deles de natureza reofílica como o *Auchenipterus* sp. Essa diferença na distribuição das espécies nos pontos amostrais, pode ser pela interferência das PCH's, reduzindo assim a distribuição das espécies a montante, ou pela presença de barreiras naturais do rio, pois as espécies reofílicas são as mais afetadas por essas alterações nas rotas migratórias, podendo simplesmente desaparecer ou apresentar drásticas reduções nos seus estoques (AGOSTINHO et al., 2007).

Em uma análise de componentes principais (PCA), os dois eixos explicam 84,7% da variação abiótica dos pontos amostrados (Figura 7).



**Figura 7:** Análise de Componentes Principais dos fatores abióticos nos diferentes pontos amostrais do Rio do Peixe no período de set/08 a março/09.

A PCA mostrou temporalmente uma separação nos meses de setembro e outubro, caracterizados pela ocorrência de uma maior precipitação e menor transparência, em relação aos demais meses de amostragem.

Especialmente a PCA mostrou uma separação dos pontos P1, P2 e P4 dos pontos P3 e P5. Segundo a ordenação, os pontos P3 e P5 se caracterizaram por apresentarem uma maior velocidade da água e aumento no nível da água.

O regime de cheias nas grandes bacias hidrográficas sul-americanas parece estar relacionado às principais forças seletivas de atuação no desenvolvimento de estratégias reprodutivas (AGOSTINHO et al., 2007), evidenciado pelo alto sincronismo existente entre as cheias e os principais eventos do ciclo biológico dos peixes, como maturação gonadal, migração, desova e desenvolvimento inicial de larvas e alevinos (AGOSTINHO; JÚLIO-JÚNIOR, 1999; AGOSTINHO; THOMAZ; MINTE-VERA; WINEMILLER, 2000).

Foi observada uma correlação negativa entre a precipitação pluviométrica e abundância dos ovos (Tabela 2), semelhante ao observado em outros estudos na região (HERMES-SILVA, 2003). Verificou-se também uma relação negativa entre o aumento do nível da água e a abundância das larvas de *Bryconamericus* spp. Foi verificada uma correlação positiva entre a velocidade da água com a presença de larvas de *Astyanax gr. scabripinnis*, mais freqüentes em locais com fortes corredeiras.

**Tabela 2:** Correlação de Pearson ( $P < 0,10$ ) entre as variáveis ambientais e os táxons mais abundantes entre os meses de set/08 a março/09.

	Nível da Água	Transparência	Precipitação	Velocidade da Água
<b>OVOS</b>	-,0108 p=,965	,2243 p=,356	<b>-,5082</b> <b>p=,026</b>	,1954 p=,423
<b>LARVAS</b>	,0685 p=,781	-,1568 p=,521	-,1023 p=,677	,3188 p=,183
<i>Astyanax fasciatus</i>	-,1159 p=,637	,1158 p=,637	-,1963 p=,421	,2317 p=,340
<i>Astyanax gr. scabripinnis</i>	,1203 p=,624	-,1924 p=,430	-,0683 p=,781	<b>,4123</b> <b>p=,079</b>
<i>Bryconamericus spp.</i>	<b>-,4272</b> <b>p=,068</b>	,3796 p=,109	,0260 p=,916	,1316 p=,591
<i>Schizodon nasutus</i>	,1023 p=,677	-,1336 p=,586	-,3321 p=,165	,2383 p=,326
<i>Rhamdia quelen</i>	-,2917 p=,226	,2216 p=,362	-,3185 p=,184	,2932 p=,223

## 4. CONCLUSÃO

As espécies de pequeno porte e consideradas sedentárias foram as mais abundantes na composição do ictioplâncton nesse estudo.

A distribuição do ictioplâncton no Rio do Peixe, tributário importante do rio Uruguai, foi maior nos pontos amostrais situados mais a jusante do rio. Essa distribuição e ocorrência das espécies pode ser resultado da presença de acidentes geográficos na região, ou mesmo pela interferência dos barramentos das pequenas centrais hidrelétricas situados mais a montante do rio do peixe.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, E. P., PRINGLE, C. M., & ROJAS, M. (2006). Transforming tropical rivers: an environmental perspective on hydropower development in Costa Rica. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* , p. 679-693.
- AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., & PELICICE, F. M. (2007). *Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil*. Maringá - PR: Editora da Universidade Estadual de Maringá - UEM.
- AGOSTINHO, A. A. & JÚLIO JR., H. F. (1999). *Peixes da Bacia do Alto Rio Paraná*. In: LOWE-McCONNEL, R. H. (Ed.). *Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais*. (Trans.: Vazzoler, A. E. A. de M.; Agostinho, A. A.; Cunnhingham, P. T. M.). São Paulo - SP: EDUSP. p. 374-400.
- AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; MINTE-VERA, C. V.; WINEMILLER, K. O. (2000). Biodiversity in the High Paraná River floodplain. In: GOPAL, B.; JUNK, W. J.; DAVIS, J. A. (Ed.). *Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation*. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers. v. 1, p. 89-118.
- BAIN, M. B., FINN, J. T., & BOOKE, H. E. (1988). Streamflow regulation and fish community structure. *Ecology* , 69: 382-392.
- BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; CAVICCHIOLI, M.; BAUMGARTNER, M. S. T.; (1997). *Some aspects of the ecology of fish larvae in the floodplain of the high Paraná river, Brasil* 13pp.
- BULOW, F. J., WEBB, M. A., CRUMBY, W. D., & QUISENBERRY, S. S. (1988). Effectiveness of a fish-barrier dam in limiting movement of rough fishes from a reservoir into a tributary stream. *North American Journal of Fisheries Management* , 8: 273-275.
- CARLSFELD, J. (2004) e. *Migratory Fishes of South America*. Biology, Fisheries and Conservation Status.
- CATALANO, J. M., & BOZEK, A. M. (2007). Effects of Dam Removal on Fish Assemblage Structure and Spatial Distributions in the Baraboo River, Wisconsin. *North American Journal of Fisheries Management* , 27: 519-530.
- HERMES-SILVA, S. (2003). *Distribuição espacial e temporal do ictioplâncton do alto rio Uruguai*, Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC.
- ISLAM, R. M., ISLAM, R. M., & ALAM BEG, R. M. (2008). Renewable energy resources and technologies practice in Bangladesh. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , 299-343.
- JOCHM, F. (2005). El Mercado de Energías Renovables en Nicaragua. *Programa MASRENACE* .



- MANTERO, G. & FUENTES. (1997). Huevos e larvas, p.26-32. In: A. ESPINACH ROS & C. RÍOS PARODI (eds), *Conservación de la fauna ictica em el Embalse de Salto Grande*, 37p, , Comision Administradora de Rio Uruguai (CARU)/ Comision Técnica Mista de Salto Grande (CTMSG).
- MARTINEZ, P. J., CHART, T. E., TRAMMEL, M. A., WULLSCHLEGER, J. G., & BERGERSON, E. (1994). Fish species composition before and after construction of a main stem reservoir on the White River, Colorado. *Environmental Biology of Fishes* , 40: 227-239.
- NAKATANI, K., AGOSTINHO, A. A., BAUMGARTNER, G., BIALETZKI, A., SANCHES, P. V., & MAKRAKIS, M. C. (2001). *Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá. 378 pp.: EDUEM.
- NAPPI CORRÊA, R. (2008). *Distribuição e abundância de ovos e larvas de peixes em três tributários do alto rio Uruguai*. Dissertação de Mestrado - Florianópolis - SC: UFSC.
- NORTHCOTE, T. G. (1998). *Mygratory behaviour of fish and its significance to movement through riverine fish passage facilities*. In: JUNGWIRTH, M.; SCHMUTZ, S.; WEISS, S. (Ed.). *Fish migration and fish bypasses*. Osney Mead: Fishing News Books, 1998. ch.1, p. 3-18.
- ODUM, E. P. (1988). *Ecologia*. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A.
- PORTO, L. M., MCLAUGHLIN, R. L., & NOAKES, D. L. (1999). Low-head barrier dams restrict the movements of fishes in two Lake Ontario streams. *North American Journal of Fisheries Management* , 19: 1028-1036.
- REYES-GAVILÁN, F. G., GARRIDO, R., NICIEZA, A. G., TOLEDO, M. M., & BRAÑA, F. (1996). Fish community variation along physical gradients in short streams of northern Spain and the disruptive effect of dams. *Hydrobiologia* , 321: 155-163.
- REYNALTE-TATAJE, D. A.; SILVA, S. H.; NUÑER, A. P. O.; ZANIBONI-FILHO, E.; SILVA, P. A.; WEISS, L. A.; ODA, C. E. (2003). *Distribuição e abundância do ictioplâncton no alto rio Uruguai, Brasil, durante um ciclo anual*. In: VI Congresso de Ecologia do Brasil, 2003, Fortaleza, Ceará. *Ecossistema Brasileiro: manejo e conservação*. Fortaleza – CE: VI Congresso de Ecologia do Brasil, 2003. v. II. P. 252-254.
- REYNALTE-TATAJE, D. A., SILVA, S. H.; SILVA, P. A.; BIALETZKI, A.; ZANIBONI-FILHO, E. (2008). Locais de crescimento de larvas de peixes na região do Alto rio Uruguai, (BRASIL). In: ZANIBONI-FILHO, E.; & NUÑER, A. P. O. (orgs) (2008) *Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna* (p.159-193). Florianópolis-SC: ED. UFSC.

- RINGUELET, R. A. (1975). *Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Brasil y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur*. Ecosur, Corrientes, 2:1-151.
- SANTUCCI, V. J., GEPHARD, S. R., & PESCIPELLI, S. M. (2005). Effects of multiple low-head dams on fish, macroinvertebrates, habitat, and water quality in the Fox River, Illinois. *North American Journal of Fisheries Management* , 25: 975-992.
- SMITH, L. S. (1908). *The Waterpowers of Wisconsin*. Wisconsin Geological and Natural History Survey: Madison.
- TAYLOR, C. A., KNOUFT, J. H., & HILAND, T. M. (2001). Consequences of stream impoundment of fish communities in a small North American drainage. *Regulated Rivers Reseach and Management* , 17: 687-698.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. *et al.* (1997). Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In: VAZZOLER, A. E. A. de M. *et al.* (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá - PR: Eduem. p. 249-265.
- ZANIBONI-FILHO, E. e. (2004). *Catálogo Ilustrado de Peixes do Alto Rio Uruguai*. Florianópolis - SC: Editora da UFSC.
- ZANIBONI-FILHO, E., & SCHULZ, U. H. (2003). *Migratory fishes of the Uruguai river. P 161-192. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A.; Migratory fishes of the South América: Biology, Fisheries and Conservation Status*. Victoria: World Fisheries Trust.
- WARD, J. V.; STANFORD, J. A. (1995). *The serial discontinuity concept: extending the model to floodplain rivers*. *Regulated Rivers: Research & Management*, Chichester, v. 10, no. 2-4, p. 159-168, Aug. 1995.
- WATTERS, G. T. (1996). Small dams as barriers to freshwater mussels (Bivalvia, Unionoida) and their hosts. *Biological Conservation* , 75: 79-85.
- WINSTON, M. R., TAYLOR, C. M., & PIGG, J. (1991). Upstream extirpation of four minnow species due to damming of a prairie stream. *Transactions of the American Fisheries Society* , 120: 98-105.

#### **Sites:**

Acesso em 25 de Maio de 2009, disponível [www.ana.gov.br/sprtew/recursos\\_hidricos.asp](http://www.ana.gov.br/sprtew/recursos_hidricos.asp)  
*Aproveitamento do potencial hidráulico para geração de energia no Brasil.*

Acesso em 02 de Junho de 2009, disponível em [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)

Acesso em 02 de Junho de 2009, disponível em [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

Acesso em 03 de Junho de 2009, disponível em [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)

## **6. ANÁLISE CRÍTICA**

A realização desse trabalho de conclusão de curso é uma concretização do período de estágio no LAPAD.

O LAPAD desenvolve estudos nos reservatórios das grandes usinas hidrelétricas da região, mas a cada ano surgem novos projetos e implantações de Pequenas Centrais Hidrelétricas, que devem ter uma maior atenção sobre seus impactos devido ao grande número de empreendimentos.

O presente estudo complementa e fornece mais dados para novas pesquisas sobre a distribuição do ictioplâncton na região do Alto Uruguai e nas áreas que sofrem influência de pequenas centrais hidrelétricas.

Os dois anos de estágio no LAPAD foram de grande importância para meu entendimento acadêmico, científico e pessoal, pelas experiências vividas, pelos conhecimentos adquiridos e pelas amizades formadas.